مجله مدیریت اطلاعات سلامت
سال پانزدهم/ شماره چهارم/ مهر و آبان ۱۳۹۷
Published by *Vesnu Publications*
DOI: 10.22122/him.v15i4.3606

کاربرد زبان مدل‌سازی یکپارچه در سیستم مراقبت سلامت: یک مرور نظام‌مند

فرحناز صدوقی[۱]، خدیجه مولایی[۲]

مقاله مروری

چکیده

مقدمه: سیستم‌های مراقبت سلامت، سیستم‌های پیچیده‌ای می‌باشند که تحلیل و مهندسی مجدد آن‌ها دشوار است. مهندسان سیستم سلامت اغلب برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی بخش‌های مختلف این سیستم‌ها، به زبان مدل‌سازی یکپارچه UML (Unified Modeling Language) تکیه می‌کنند. هدف از انجام پژوهش حاضر، شناسایی پرکاربردترین و کم‌کاربردترین نمودارهای UML و همچنین، دامنه کاربردهای این زبان در حوزه مراقبت سلامت جهت مستندسازی، تحلیل و طراحی کارامد سیستم‌ها بود.

روش بررسی: این مطالعه به صورت مروری نظام‌مند انجام شد و در آن مقالات مربوط به کاربردهای UML در حوزه مراقبت سلامت طی بازه زمانی March سال ۲۰۱۰ تا July سال ۲۰۱۷ با استفاده از کلید واژه‌های معتبر از پایگاه‌های داده‌ای Elsevier، PubMed، ProQuest، Web of Science و Scopus استخراج گردید. پس از غربالگری عنوان و چکیده تمام مقالات، ۴۸ مقاله انتخاب و طی برگزاری دو جلسه هم‌اندیشی ۱۲ ساعته مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: سه نمودار کلاس، فعالیت و مورد کاربرد و چهار نمودار مؤلفه، همکاری، شیء و پروفایل به ترتیب پرکاربردترین و کم‌کاربردترین نمودارهای UML در طراحی و مدل‌سازی حوزه‌های مختلف مراقبت سلامت بودند. در دامنه کاربردها، گروه‌های زیرساخت‌ها، مدیریت بیماری‌ها و کشف دانش به ترتیب بیشترین استفاده از UML را داشتند.

نتیجه‌گیری: با توجه به این که UML تمام جنبه‌های سیستمی اعم از سخت‌افزار و نرم‌افزار را در سه حوزه زیرساخت‌ها، مدیریت بیماری‌ها و کشف دانش در برمی‌گیرد، می‌توان گفت که طراحی و مدل‌سازی این دامنه کاربردها با UML، امکان مهندسی مجدد و ارتقای سازمان‌ها را تسهیل می‌نماید و سیستم‌های تعاملی را به منظور حمایت از ارتباط بین بخش‌های مختلف سیستم مراقبت سلامت و همکاری بین شرکای پروژه توسعه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: زبان مدل‌سازی یکپارچه؛ مراقبت سلامت؛ مدل‌سازی

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۲/۲۲ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۶/۱۷ تاریخ انتشار: ۱۳۹۷/۷/۱۵

ارجاع: صدوقی فرحناز، مولایی خدیجه. **کاربرد زبان مدل‌سازی یکپارچه در سیستم مراقبت سلامت: یک مرور نظام‌مند.** مدیریت اطلاعات سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۵ (۴): ۱۹۶-۱۸۸

مقدمه

سیستم‌های مراقبت سلامت در سراسر جهان به منظور اصلاح، بهبود و ارایه خدمات باکیفیت تحت فشار قرار دارند؛ چرا که مراقبت باید ایمن، مؤثر، بیمار محور، به‌موقع، کارامد و عادلانه باشد (۱). اغلب سیستم‌های اطلاعات وابسته به این سیستم‌ها هنوز با استفاده از رویکردهای قدیمی مهندسی نرم‌افزار مانند روش Booch یا تکنیک مدل‌سازی شیء OMT (Object-Modeling Technique) توسعه می‌یابند. در نتیجه، انتظارات مربوط به کیفیت دلخواه از لحاظ قابلیت اطمینان، امنیت، به‌موقع بودن، نگهداری و قابلیت استفاده مجدد برآورده نخواهد شد (۲). بنابراین، طراحی و مدل‌سازی کارامد سیستم‌های اطلاعاتی جهت فراهم آوردن اطلاعات جامع، به‌موقع و صحیح، امری ضروری به نظر می‌رسد (۳). زبان‌های مدل‌سازی با نمایش جنبه‌های ساختاری و رفتاری سیستم‌ها، امکان شناخت بیشتر محیط‌های کاری سازمان‌ها و درک بهتری از فرایندهای ارایه خدمات مختلف را فراهم می‌آورند (۴). یکی از ابزارهای پرکاربرد در حوزه طراحی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی، زبان مدل‌سازی یکپارچه UML (Unified Modeling Language) می‌باشد که در دو دهه گذشته به طور فزاینده‌ای جهت تحلیل و مدل‌سازی فرایندهای مراقبت سلامت، سیستم‌های اطلاعات سلامت، توصیف وضعیت‌های مختلف بیمار و فرایندهای جریان کار مورد استفاده قرار گرفته است (۵). این زبان مدل‌سازی امکان تعیین، تجسم، ویرایش، ساخت و مستندسازی فرایندهای پیچیده نرم‌افزاری را فراهم می‌آورد؛ چرا که حتی اگر کاربران با ابزار طراحی این زبان آشنا نباشند، می‌توانند از حدس و گمان خود برای رسم نمودار استفاده کنند (۶).

ماهیت مفهومی UML به مهندسان و تحلیلگرانی که دانش بسیار اندکی از حوزه‌های بالینی دارند، در ایجاد سیستم‌های اطلاعات سلامت مفیدتر کمک خواهد کرد (۷). همچنین، اگر UML توسط سیستم‌های مراقبت سلامت یا پروژه‌های کاربردی این حوزه به طور موفقیت‌آمیزی به کار برده شود، امکان به کارگیری و پیاده‌سازی آسان سیستم‌ها و همچنین، پذیرش آسان سیستم‌ها یا نرم‌افزارهای جدید را فراهم می‌آورد و در نهایت، منجر به بهبود مراقبت‌ها و ارتقای کیفیت خواهد شد (۴).

مقاله حاصل طرح پژوهشی به شماره ۹۵-۰۴-۱۹۳-۳۰۰۳۲ می‌باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی ایران انجام شده است.

۱- استاد، مدیریت اطلاعات سلامت، گروه مدیریت اطلاعات سلامت، دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، انفورماتیک پزشکی، کمیته تحقیقات دانشجویی، گروه مدیریت اطلاعات سلامت، دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران (نویسنده طرف مکاتبه)

Email: moulaei.kh91@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

Kumarapeli و همکاران در مطالعه خود اظهار نمودند که تحقیقات بسیار کمی در رابطه با شناسایی دامنه کاربردهای UML در سیستم مراقبت سلامت، پروژه‌های تحقیقاتی و یا پردازش اطلاعات بالینی وجود دارد (۸). بنابراین، پژوهش حاضر با هدف شناسایی پرکاربردترین و کم‌کاربردترین نمودارهای UML و شناسایی کاربردهای این زبان در حوزه مراقبت سلامت به منظور تشویق مهندسان سیستم سلامت جهت به کارگیری زبان مدل‌سازی یکپارچه و اشاعه دانش مدل‌سازی برای اقشار فرهیخته و محققان انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه از نوع مروری نظام‌مند بود و در آن مقالات مربوط به کاربردهای UML در حوزه مراقبت سلامت طی بازه زمانی March سال ۲۰۱۰ تا July سال ۲۰۱۷ استخراج گردید. فرایند جستجو جهت یافتن و انتخاب تحقیقات مرتبط در بانک‌های اطلاعاتی علمی مانند Elsevier، PubMed، ProQuest، Web of Science و Scopus صورت گرفت. به منظور انجام جستجوی دقیق، از کلید واژه‌های «Application، Remodeling، Design، Reengineering، Modeling، Analyze، UML، Unified modeling language، Health information system، Health care، Software reengineering، Diagrams، Information model، Clinical process، System، Medical informatics و E-Health» استفاده شد. همچنین، جهت یافتن مطالعات مورد نظر، استراتژی جستجویی که در ادامه آمده است، مورد استفاده قرار گرفت. معیارهای ورود شامل چاپ مقالات به زبان انگلیسی، مرتبط بودن مقالات به کاربرد UML در حوزه مراقبت سلامت و دسترسی به متن کامل مقالات بود. ارایه بخش یا فصولی از کتاب و به‌روز نبودن مقالات جهت انتخاب مطالعات نیز به عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شد.

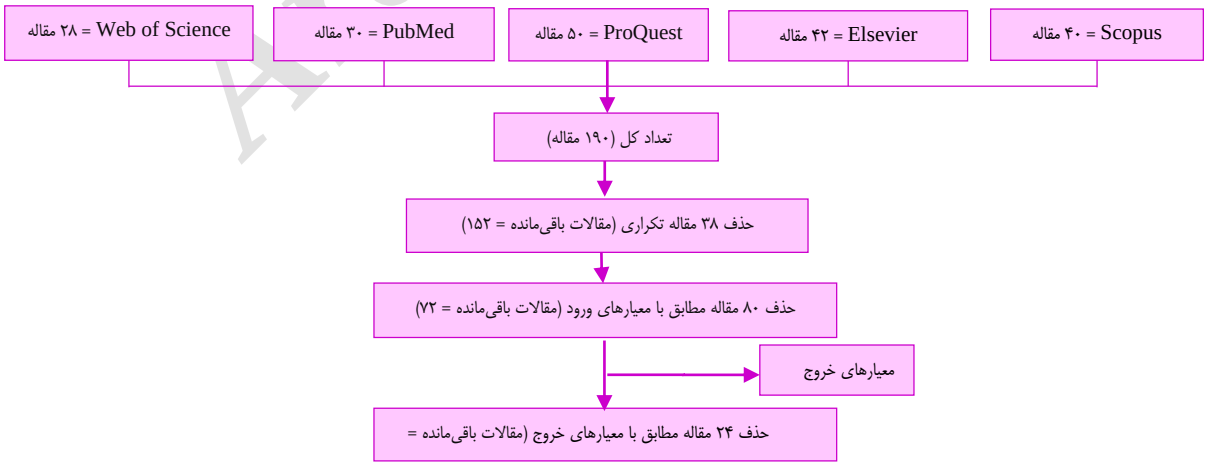
[(Unified Modeling Language* OR UML OR Modeling OR Reengineering OR Design OR Analyze OR Diagrams) AND(Application OR Health care OR E-Health OR Health Information system OR Clinical process OR Medical Informatics)]

به منظور استخرج منابع، ۲۸ مقاله از Web of Science، ۳۰ مقاله از PubMed، ۵۰ مقاله از ProQuest، ۴۲ مقاله از Elsevier و ۴۰ مقاله از Scopus بازیابی گردید. پس از بررسی عناوین و چکیده منابع بازیابی شده، ۳۸ منبع تکراری از مطالعه حذف شد. سپس ۱۵۲ منبع باقی‌مانده به دقت بررسی و با معیارهای ورود مقایسه گردید که از این تعداد، ۴۷ منبع به علت غیر مرتبط بودن و ۳۳ منبع به علت عدم دسترسی به متن کامل، از مطالعه خارج و ۷۲ منبع باقی‌مانده با در نظر گرفتن معیارهای خروج به دقت بررسی شد. مطابق با معیارها، ۲۴ مقاله از پژوهش کنار گذاشته شد و در نهایت، ۴۸ مقاله جهت تحلیل و بررسی بیشتر انتخاب گردید. لازم به ذکر است که جهت اطمینان از کیفیت مقالات، از نظر یک نفر از متخصصان رشته مدیریت اطلاعات سلامت، دو نفر از متخصصان رشته انفورماتیک پزشکی و مهندسی نرم‌افزار استفاده شد (شکل ۱).

جهت تحلیل منابع ابتدا یک جلسه هم‌اندیشی سه ساعته جهت استخراج تمامی نمودارهای UML از مطالعات صورت گرفت. سپس تعداد هر یک از نمودارهای به کار رفته در مقالات محاسبه و در جدولی ذکر شد. در مرحله بعد، تمام کاربردهای UML از مطالعات منتخب استخراج گردید و جلسه هم‌اندیشی سه ساعته دیگری به منظور تحلیل نتایج حاصل از کلیه مراحل فوق تنظیم شد و جدول استخراج داده‌ای با عناوین «مدیریت بیماری‌ها»، «کشف دانش و تفسیر اطلاعات» و «زیرساخت» به دلیل کاربردهای بی‌شمار UML در حوزه مراقبت سلامت ایجاد گردید. اعتبار جدول استخراج داده توسط دو نفر از متخصصان رشته مدیریت اطلاعات سلامت، انفورماتیک پزشکی و یک نفر مهندس نرم‌افزار مورد تأیید قرار گرفت. در نهایت، پرکاربردترین و کم‌کاربردترین نمودارهای UML و پرکاربردترین حوزه‌های استفاده‌کننده از نمودارهای UML مشخص و در جدول استخراج داده مربوط ذکر شد.

یافته‌ها

بر اساس داده‌های جدول ۱، نمودارهای کلاس، فعالیت، مورد کاربرد و توالی به ترتیب پرکاربردترین نمودارهای UML جهت طراحی و مدل‌سازی در حوزه مراقبت سلامت را به خود اختصاص دادند. همچنین، چهار نمودار مؤلفه، همکاری، شیء و پروفایل کم‌کاربردترین نمودارهای به کار رفته در مطالعات برای مدل‌سازی بودند. لازم به ذکر است که در بین نمودارها، نمودار کلاس به عنوان پرکاربردترین نمودار در مدل‌سازی های حوزه مراقبت سلامت معرفی شد.



شکل ۱: طبقه‌بندی و انتخاب منابع

http://him.mui.ac.ir
www.SID.ir
Archive of SID

جدول ۱: پرکاربردترین نمودارهای زبان مدل‌سازی یکپارچه

نام نمودار	تعداد نمودارها در مطالعات	منابع
برهم‌کنش	۲	۹، ۱۰
کلاس	۲۴	۶، ۱۱-۳۳
فعالیت	۲۲	۵، ۶، ۱۴، ۱۸، ۲۱، ۲۵، ۲۷، ۲۹، ۳۰، ۳۳-۴۵
مورد کاربرد	۲۰	۶، ۱۳، ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۲۰، ۲۲، ۲۶، ۲۷، ۳۳-۳۶، ۴۴، ۴۶-۵۱
توالی	۱۴	۵، ۱۳، ۱۶، ۲۰، ۲۲، ۲۴، ۲۶، ۴۰، ۴۳، ۵۰، ۵۲-۵۴
ماشین وضعیت	۷	۶، ۱۶، ۲۰، ۲۶، ۲۹، ۳۳، ۴۰
بسته‌بندی	۱	۱۱
استقرار	۱	۱۲
ارتباطات	۱	۱۳
زمان‌بندی	۱	۵
مؤلفه	۰	–
همکاری	۰	–
شیء	۰	–
پروفایل	۰	–

UML در حوزه‌های مختلف مراقبت سلامت و در پروژه‌های عظیم این حوزه مانند TrustHealth (پروژه‌ای برای ایجاد محیط‌های قابل اعتماد و امن) پرونده الکترونیک سلامت در کشورهای سوئد و نیوزیلند (۷) و ایجاد پرونده پزشکی مبتنی بر خانواده در ایتالیا (۱۲) تحول عظیمی را ایجاد کرده است. همان‌گونه که اشاره شد، به دلیل کاربردهای بی‌شمار UML در مراقبت سلامت و تحلیل آسان این کاربردها، گروه‌هایی توسط پژوهشگران در نظر گرفته شده است که در ادامه بیان می‌شود.

مدیریت بیماری: عبارت از فرایندهای جمعیت‌شناختی، راهنماهای مبتنی بر شواهد، مدل‌های عملی همکاری شامل پزشک و ارایه دهندگان خدمات، خودمراقبتی، آزمایش‌ها و گزارش‌های معمولی یا حلقه بازخورد می‌باشد (۱۴).

کشف دانش: فرایند استخراج غیر مستقیم اطلاعات از داده است؛ اطلاعاتی که به طور ضمنی در داده وجود دارد، پیش‌تر ناشناخته بوده است و به طور بالقوه برای کاربر مفید می‌باشد (۱۵).

زیرساخت: به استفاده ترکیبی از سخت‌افزار، نرم‌افزار و خدماتی اطلاق می‌شود که باید قوی، حمایتی و مقیاس‌پذیر باشند (۱۶). زیرساخت‌ها جنبه‌های مربوط به کنترل دسترسی و رویکردهای امنیتی را در برمی‌گیرند (۱۷).

بر اساس گروه‌بندی‌های انجام شده، یافته‌های جدول ۲ نشان می‌دهد که UML در حوزه زیرساخت نسبت به دو حوزه دیگر (مدیریت بیماری‌ها و کشف دانش) حضور پررنگ‌تری داشت و در بین نمودارهای UML این حوزه، به ترتیب سه نمودار کلاس، فعالیت و مورد کاربرد بیشتر از سایر نمودارها مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

بعد از گروه زیرساخت، مدیریت بیماری‌ها بیشترین استفاده از UML را به خود اختصاص داد. در این گروه نیز مانند گروه زیرساخت، نمودارهای کلاس، فعالیت و توالی به ترتیب بیشترین استفاده از UML را در مدل‌سازی فرایندهای مربوط به بیماری‌ها داشتند. لازم به ذکر است که نمودار زمان‌بندی یکی از انواع نمودارهای ساختاری بود که تنها با یک کاربرد برای مدل‌سازی فرایندهای مراقبت برای بیمارانی با علایم شکستگی گردن، دامنه کاربرد خود را در حوزه مراقبت سلامت به اثبات رساند (۵). مطابق با داده‌های جدول ۲،در گروه مدیریت بیماری‌ها، بیماری‌های رتینوپاتی دیابتی، سکته، HIV (Human immunodeficiency virus)، سرطان سینه، جنون در سالمندان و فرایندهای مربوط به شکستگی گردن بیشترین مدل‌سازی فرایندی با UML را در بین بیمارهای مختلف به خود اختصاص دادند.

گروه کشف دانش نیز اولویت سوم را داشت. آنچه که به طور کلی در این گروه مشهود بود این که نمودار کلاس تنها نموداری بود که در تمامی کاربردهای این گروه به کار رفته است و می‌تواند نشان دهنده اهمیت خطیر این نمودار در راستای پاسخ به تحلیل، تفسیر و کشف دانش باشد.

در بین ۱۴ نمودار معرفی شده UML، به ترتیب نمودارهای کلاس، فعالیت و مورد بیشترین کاربرد را در حوزه مراقبت سلامت داشتند. همچنین، UML در این حوزه می‌تواند جهت مدل‌سازی فرایندها از ساده تا پیچیده به کار رود و دامنه کاربرد آن به حوزه خاصی محدود نمی‌شود.

بحث

نتایج جدول ۱ نشان داد که نمودارهای کلاس، فعالیت و مورد کاربرد به ترتیب نمودارهای پراستفاده جهت مدل‌سازی در حوزه مراقبت سلامت هستند. Vasilakis و همکاران نیز در مطالعه خود سه نمودار کلاس، فعالیت و مورد کاربرد را به عنوان پرکاربردترین نمودارهای UML معرفی کردند و پس از آن نمودار ماشین وضعیت را پرکاربردترین نمودار دانستند (۵۸). این در حالی است که یافته‌های جدول ۱ رتبه چهارم کاربرد را به نمودار توالی اختصاص داد. Priya و Malarchelvi در رابطه با اهمیت نمودار توالی اعتقاد دارند که این نمودار در تعاملات میان کلاس‌ها از لحاظ تبادل پیام در طول زمان، نمودار بی‌نظیری است (۵۹).

http://him.mui.ac.ir
www.SID.ir

جدول ۲: کاربردهای زبان مدل‌سازی یکپارچه در سیستم مراقبت سلامت

گروه	کاربرد	نمودارهای استفاده شده	منابع
مدیریت	مدل‌سازی جریان کاری آزمایش‌های بالینی	فعالیت و مورد کاربرد	۱۸،۱۹
بیماری	مدل‌سازی فرایندهای بهبود مراقبت	کلاس و فعالیت	۲۰،۲۱
	مدل‌سازی یادداشت بالینی مشکل محور	مورد کاربرد و برهم‌کنش	۹
	مدل‌سازی فرایندهای جراحی	کلاس	۲۲
	مدل‌سازی خدمات غربالگری رتینوپاتی دیابتی	فعالیت	۲۳
	مدل‌سازی فرایندهای جنون در افراد سالخورده	فعالیت و ماشین وضعیت	۲۴
	مدل‌سازی فرایندهای توان‌بخشی سکته	کلاس، فعالیت، مورد کاربرد و ماشین وضعیت	۶
	مدل‌سازی فرایندهای تشخیص بیماری‌های سینه	فعالیت	۲۵
	بهینه‌سازی آزمایش HIV	فعالیت	۲۶
	مدل‌سازی فرایندهای مراقبت برای بیمارانی با علایم شکستگی گردن	فعالیت، موردکاربرد، توالی و زمان‌بندی، ماشین وضعیت	۵
	مدل‌سازی فرایندهای ثبت سرطان مبتنی بر بیمارستان	کلاس، فعالیت و موردکاربرد	۲۷
	مدل‌سازی پلت‌فرم خودمدیریتی برای نظارت شرایط حاد	کلاس و توالی	۲۸،۲۹
کشف	طراحی هستی‌شناسی بیولوژیکی	کلاس	۳۰
دانش	مدل‌سازی راهنماهای پرستاری	کلاس، فعالیت و مورد کاربرد	۳۱،۳۲
	مدل‌سازی راهنماهای بالینی	کلاس، فعالیت و ماشین وضعیت	۳۳
	مدل‌سازی سیستم‌های مبتنی دانش	کلاس، فعالیت و توالی	۳۴
	تفسیر دانش حاصل از گایدلاین‌های بیماری ذات و ریه	کلاس و مورد کاربرد	۳۵
	مدل‌سازی فرایندهای بهبود تحقیقات بالینی در کشف دانش	کلاس، فعالیت، مورد کاربرد، توالی	۸
	تحلیل ویژگی‌های بازی‌های آموزشی از سه نقطه دانش، هوش و علاقه	کلاس، فعالیت، مورد کاربرد، توالی	۳۶
	گسترش مدل‌های پژوهشی در مراقبت‌های اولیه	کلاس، فعالیت	۳۷
زیرساخت	توسعه و ارزیابی محیط‌های واقعی زندگی مبتنی بر معماری سرویس‌گرا	کلاس، فعالیت و مورد کاربرد	۳۸
	طراحی و پیاده سازی رجیستری بیماری‌های قلبی	کلاس، فعالیت	۳۹،۴۰
	مدل‌سازی فرایند های بالینی با تعهدات	توالی و ماشین وضعیت	۳۸
	مدل‌سازی سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری	کلاس، فعالیت، مورد کاربرد و توالی	۴۱
	پیاده سازی استاندارد EN ۶۲۳۰۴ در دستگاه‌ها برای تضمین کیفیت واحد رادیوتراپی	فعالیت	۴۲
	ارایه مدلی مفهومی برای مدیریت اطلاعات	کلاس، فعالیت، مورد کاربرد، توالی و ماشین وضعیت	۴۳-۴۵
	ایجاد پرونده سلامت مبتنی بر خانواده	کلاس، فعالیت، مورد کاربرد، ماشین وضعیت و استقرار	۱۳
	ایجاد سیستم رادیولوژی مبتنی بر وب	کلاس، فعالیت، مورد کاربرد و توالی	۴۶
	مدل‌سازی فرایندهای مربوط به امنیت اطلاعات،کنترل دسترسی و تکنیک‌های شناسایی خطر	کلاس، فعالیت مورد کاربرد، توالی، ماشین وضعیت	۴۹-۵۱
	مدل‌سازی پرونده‌های الکترونیک سلامت و پرونده‌های الکترونیک پزشکی	کلاس، فعالیت، توالی، تعامل و بسته‌بندی	۱۰،۵۲
	تبدیل نمودارها به طرح‌های XML	کلاس	۵۳
	طراحی سیستم داروخانه	فعالیت	۵۴
	اتصال HLV به نرم‌افزارهای تحلیل با رویکرد مبتنی بر مدل عمومی	کلاس، فعالیت، مورد کاربرد و ماشین وضعیت	۵۵
	طراحی و پیاده‌سازی بازار الکترونیکی جهت تجارت الکترونیکی خدمات مراقبت سلامت	مورد کاربرد و بسته بندی	۱۰
	مدل‌سازی تجارت الکترونیکی داروها	مورد کاربرد، توالی	۵۶
	مدل‌سازی مدیریت گردش کار هشدارها در مراقبت با توجه به CPN	توالی و ارتباطات	۱۳
	پیاده‌سازی پلت‌فرمی جهت ادغام داده‌های بالینی	کلاس	۵۷

CPN: Coloured Petri nets; HL: Hazardous Location; HIV: Human immunodeficiency virus

http://him.mui.ac.ir
www.SID.ir

de Carvalho و همکاران نیز نمودار کلاس را به عنوان قلب سیستم‌های شیءگرا و محبوب‌ترین نمودار UML معرفی نمودند (۱۹، ۱۸) که این یافته با نتایج پژوهش حاضر همسو بود. در تحقیق حاضر، از بین ۱۴ نمودار فهرست شده در جدول ۱، نمودار کلاس به عنوان پرکاربردترین نمودار در مدل‌سازی‌های حوزه مراقبت سلامت معرفی گردید. از نظر de Carvalho و همکاران، نمودارهای کلاس قلب سیستم‌های شیءگرا می‌باشند که می‌توانند انواع مختلفی از اشیای سیستمی را به راحتی توصیف کنند و ارتباط بین آن‌ها را نشان دهند (۱۹، ۱۸).

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که زبان‌های مدل‌سازی یکپارچه می‌توانند برای به تصویر کشیدن خدمات مختلفی مانند پیشگیری، تشخیص، درمان، توان‌بخشی و مراقبت شخصی استفاده شوند و UML در تحلیل سیستم‌ها، انجام پیش‌آزمون‌ها و تغییرات پیشنهاد شده توانسته است به عنوان ابزار کارامدی مورد تأیید قرار گیرد. این نکته از دیدگاه‌های مختلف به خصوص در توصیف و ارزیابی عملکرد سیستم‌های پیچیده مراقبت سلامت بسیار مؤثر شمرده شده است (۵۸). Aggarwal بر این باور است که حتی اگر UML توسط سیستم‌های سلامت یا پروژه‌های کاربردی به طور موفقیت‌آمیز به کار برده شود، ممکن است استدلال شود این زبان برای کاربردهای مراقبت سلامت در دامنه‌های کوچک مناسب نیست (۷). van der Maas و همکاران به این سؤال شبه‌برانگیز پاسخ دادند و بیان کردند زمانی که ترکیب مناسبی از دو یا چند نمودار UML استفاده شده باشد، نیازمندی‌ها برای دامنه‌های خاص بهبود پیدا می‌کند (۶۰).

Edwards معتقد است که افزایش شناخت سیستم‌های در حال توسعه، گامی ضروری برای طراحی مؤثر سیستم‌های مراقبت سلامت است و می‌توان گفت که طراحی و مدل‌سازی با UML، تا حد زیادی زیرساخت‌های شناختی از تمام جنبه‌های سیستمی اعم از سخت‌افزار و نرم‌افزار را فراهم آورده است (۶۱). Mishra و Upadhyay در پژوهش خود با مقایسه مدل پایگاه داده شیءگرا، رابطه‌ای و مدل‌سازی سیستم الکترونیکی بالینی برخط با استفاده از ابزار UML، عنوان کردند که چگونه با ارایه دانش مدل‌سازی، سیستم بالینی سنتی به سیستم بالینی نوآورانه تبدیل شده است (۶۲).

هرچند که از دیرباز روش‌های مدل‌سازی رایجی مانند Booch، OMT، Coad-Yourdon و Shlaer-Mellor به طور وسیعی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، اما این روش‌های مدل‌سازی در تحلیل و طراحی عملکردهای سیستمی و مدل‌سازی تمام سطوح توسعه نرم‌افزار به دلایل مختلفی همچون استفاده از نمادهای گرافیکی مختلف در مدل‌سازی، مدل‌سازی در دامنه‌های کوچک و کاربرد ضعیف در مدل‌سازی فرایندهای پیچیده نرم‌افزاری، عملکرد قابل قبولی را از خود ارایه ندادند (۶۳). این در حالی است که Wong و همکاران، UML را زبانی معرفی کردند که بر تمامی مشکلات مطرح شده فایق آمده است و مزیت اصلی استفاده از آن را پشتیبانی از فرایندهای توسعه تکراری و تهیه ماژول‌های نرم‌افزاری کارامد جهت استفاده مجدد معرفی نمودند (۶۴).

با وجود تمام مزایای مطرح شده برای UML، نباید این واقعیت را نادیده گرفت که این زبان مدل‌سازی بر خلاف زبان‌های مدل‌سازی دیگر مانند چرخه توسعه امنیت SDL (Security Development Lifecycle)، نمی‌تواند به آخرین جزییات مدل‌سازی از رفتار سیستم دست یابد (۶۵). هرچند زبان مدل‌سازی سیستم SysML (Systems Modeling Language) به عنوان زیرمجموعه‌ای از UML معرفی شده است، اما با استفاده از این زبان می‌توان به طیف وسیع‌تری از معناشناسی در تحلیل، طراحی، تأیید و اعتبارسنجی با قابلیت یادگیری و به کارگیری آسان‌تر دست یافت (۶۶).

لازم به ذکر است که در مطالعه حاضر تعیین کاربردهای UML در سیستم مراقبت سلامت فقط بر اساس مقالات منتشر شده به زبان انگلیسی صورت گرفت؛ بنابراین، ممکن است برخی از اطلاعات مرتبط در دیگر تحقیقات بررسی نشده باشد. همچنین، از آن‌جایی که تنها عناوینی مانند عناوین جدول ۲ مد نظر بود، همه انواع پژوهش‌ها با روش‌های مختلف بررسی گردید و بدیهی است که کیفیت همه مطالعات در یک سطح نیست.

نتیجه‌گیری

دامنه کاربردهای UML، تمامی جنبه‌های سیستمی اعم از سخت‌افزار و نرم‌افزار را در سه حوزه مدیریت بیماری، کشف دانش و زیرساخت مراقبت سلامت از ساده تا پیچیده در برمی‌گیرد. طراحی و مدل‌سازی این دامنه کاربردها با UML، امکان مهندسی مجدد و ارتقای سازمان‌ها را تسهیل می‌نماید و سیستم‌های تعاملی را به منظور حمایت از ارتباط بین بخش‌های مختلف سیستم مراقبت سلامت و همکاری بین شرکای پروژه توسعه می‌دهد.

پیشنهادها

به دلیل گستردگی سیستم مراقبت سلامت، پیشنهاد می‌گردد که مطالعات جامعی در سطوح دانشگاهی در زمینه طراحی و مدل‌سازی سیستم‌های اطلاعات بالینی در بخش‌های مختلف با UML انجام شود. همچنین، استفاده از روش‌های جدید مدل‌سازی در مهندسی نرم‌افزار و مقایسه آن با زبان مدل‌سازی یکپارچه UML پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از حمایت‌های مالی و معنوی کمیته تحقیقات دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی ایران تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

تضاد منافع

در انجام مطالعه حاضر، نویسندگان هیچ‌گونه تضاد منافعی نداشته‌اند.

References

1. Jun GT, Ward J, Morris Z, Clarkson J. Health care process modelling: Which method when? Int J Qual Health Care 2009; 3(1): 214-24.
2. Kaur A. Application of UML in real-time embedded systems. Int J Soft Eng Appl 2012; 3(2): 59-70.
3. Ahmadi M, Ghazisaeidi M, Bashiri A. Radiology reporting system data exchange with the electronic health record system: A case study in Iran. Glob J Health Sci 2015; 7(5): 208-14.
4. Rojo MG, Rolon E, Calahorra L, Garcia FO, Sanchez RP, Ruiz F, et al. Implementation of the business process modelling

http://him.mui.ac.ir
www.SID.ir
Archive of SID

notation (BPMN) in the modelling of anatomic pathology processes. Diagn Pathol 2008; 3(Suppl 1): S22.
5. Martin M, Champion R, Kinsman L, Masman K. Mapping patient flow in a regional Australian emergency department: A model driven approach. Int Emerg Nurs 2011; 19(2): 75-85.
6. Ferrante S, Bonacina S, Pinciroli F. Modeling stroke rehabilitation processes using the Unified Modeling Language (UML). Comput Biol Med 2013; 43(10): 1390-401.
7. Aggarwal V. The application of the unified modeling language in object-oriented analysis of healthcare information systems. J Med Syst 2002; 26(5): 383-97.
8. Kumarapeli P, De Lusignan S, Ellis T, Jones B. Using Unified Modelling Language (UML) as a process-modelling technique for clinical-research process improvement. Med Inform Internet Med 2007; 32(1): 51-64.
9. Cillessen FH, de Vries Robbe PF. Modeling problem-oriented clinical notes. Methods Inf Med 2012; 51(6): 507-15.
10. Ramaiah M, Subrahmanian E, Sriram RD, Lide BB. Workflow and electronic health records in small medical practices. Perspect Health Inf Manag 2012; 9: 1d.
11. Mattos SS, Hazin SM, Regis CT, Soares de Araujo JS, Albuquerque FC, Moser LR, et al. A telemedicine network for remote paediatric cardiology services in north-east Brazil. Bull World Health Organ 2015; 93(12): 881-7.
12. Bonacina S, Marceglia S, Bertoldi M, Pinciroli F. Modelling, designing, and implementing a family-based health record prototype. Comput Biol Med 2010; 40(6): 580-90.
13. Fanti MP, Mininel S, Ukovich W, Vatta F. Modelling alarm management workflow in healthcare according to IHE framework by coloured Petri Nets. Eng Appl Artif Intell 2012; 25(4): 728-33.
14. Don Nickles H. An analysis of the literature on disease management programs. Proceedings of the Congressional Budget Office; 2004 Oct. 13; Washington, DC.
15. Devedzic V. Knowledge discovery and data mining in databases. In: Chang SK, Editor. Handbook of software engineering & knowledge engineering. Washington, DC: World Scientific; 2001. p. 615-37.
16. Schoenborn B. Big data analytics infrastructure for dummies. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc; 2014.
17. de Carvalho Junior MA. Bandiera-Paiva P. Health information system role-based access control current security trends and challenges. J Healthc Eng 2018; 2018: 6510249.
18. de Carvalho EC, Jayanti MK, Batilana AP, Kozan AM, Rodrigues MJ, Shah J, et al. Standardizing clinical trials workflow representation in UML for international site comparison. PLoS One 2010; 5(11): e13893.
19. de Carvalho EC, Batilana AP, Claudino W, Reis LF, Schmerling RA, Shah J, et al. Workflow in clinical trial sites & its association with near miss events for data quality: Ethnographic, workflow & systems simulation. PLoS One 2012; 7(6): e39671.
20. Askari M, Westerhof R, Eslami S, Medlock S, de Rooij SE, Abu-Hanna A. A combined disease management and process modeling approach for assessing and improving care processes: A fall management case-study. Int J Med Inform 2013; 82(10): 1022-33.
21. Blobel B, Goossen W, Brochhausen M. Clinical modeling-a critical analysis. Int J Med Inform 2014; 83(1): 57-69.
22. Neumuth D, Loebe F, Herre H, Neumuth T. Modeling surgical processes: A four-level translational approach. Artif Intell Med 2011; 51(3): 147-61.
23. Eguzkiza A, Trigo JD, Martinez-Espronceda M, Serrano L, Andonegui J. Formalize clinical processes into electronic health information systems: Modelling a screening service for diabetic retinopathy. J Biomed Inform 2015; 56: 112-26.
24. Phull R, Liscano R, Mihailidis A. Comparative analysis of prominent middleware platforms in the domain of ambient assisted living (AAL) for an older adults with dementia (OAwD) scenario. Procedia Comput Sci 2016; 83: 537-44.
25. Silva V, Joćo Cardoso M, Fonseca J, Cruz-Correia RJ. Study of Clinical Workflow and Information Flow of a Breast Care Unit. Proceedings of the 3rd International Conference on Health Informatics; 2010 Jan20-23; Valencia, Spain.
26. Kok S, Rutherford AR, Gustafson R, Barrios R, Montaner JS, Vasarhelyi K. Optimizing an HIV testing program using a system dynamics model of the continuum of care. Health Care Manag Sci 2015; 18(3): 334-62.
27. Shiki N, Ohno Y, Fujii A, Murata T, Matsumura Y. Unified Modeling Language (UML) for hospital-based cancer registration processes. Asian Pac J Cancer Prev 2008; 9(4): 789-96.
28. Patterson T, Cleland I, Nugent CD, Black ND, McCullagh P, Zheng H. Towards a generic platform for the self-management of chronic conditions. Proceedings of the IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM); 2014 Nov. 2-5; Belfast, UK.
29. Toffetti G, Brunner S, Blochlinger M, Spillner J, Bohnert TM. Self-managing cloud-native applications: Design, implementation, and experience. Future Gener Comput Syst 2017; 72: 165-79.
30. Guardia GD, Vencio RZ, de Farias CR. A UML profile for the OBO relation ontology. BMC Genomics 2012; 13(Suppl 5): S3.
31. Choi J, Jansen K, Coenen A. Modeling a nursing guideline with standard terminology and unified modeling language for a nursing decision support system: A case study. AMIA Annu Symp Proc 2015; 2015: 426-33.
32. Choi J, Choi JE. Representing nursing guideline with unified modeling language to facilitate development of a computer system: A case study. Stud Health Technol Inform 2014; 201: 181-7.
33. De Backere F, Moens H, Steurbaut K, Colpaert K, Decruyenaere J, De Turck F. Towards automated generation and execution of clinical guidelines: Engine design and implementation through the ICU Modified Schofield use case. Comput Biol Med 2012; 42(8): 793-805.

Archive of SID
www.SID.ir

34. Abdullah M, Benest I, Paige R, Kimble C. Using unified modeling language for conceptual modelling of knowledge-based systems. In: Parent C, Schewe KD, Storey VC, Thalheim B, Editors. Conceptual Modeling-ER 2007. Berlin, Germany: Springer Science & Business Media; 2007. p. 438-53.

35. Goyet S, Barennes H, Libourel T, van Griensven J, Frutos R, Tarantola A. Knowledge translation: A case study on pneumonia research and clinical guidelines in a low-income country. Implement Sci 2014; 9: 82.

36. Sun Y, Yun R. UML modeling for software system of Edu-game. In: Pan Z, Zhong S, Pan Z, Yun R, Editors. Entertainment for education. Digital techniques and systems. Berlin, Germany: Springer Science & Business Media; 2010. p. 395-404.

37. Kuchinke W, Karakoyun T, Ohmann C, Arvanitis TN, Taweel A, Delaney BC, et al. Extension of the primary care research object model (PCROM) as clinical research information model (CRIM) for the "learning healthcare system". BMC Med Inform Decis Mak 2014; 14: 118.

38. Stav E, Walderhaug S, Mikalsen M, Hanke S, Benc I. Development and evaluation of SOA-based AAL services in real-life environments: A case study and lessons learned. Int J Med Inform 2013; 82(11): e269-e293.

39. Cofiel L, Bassi DU, Ray RK, Pietrobon R, Brentani H. Detecting dissonance in clinical and research workflow for translational psychiatric registries. PLoS One 2013; 8(9): e75167.

40. da Silva KR, Costa R, Crevelari ES, Lacerda MS, de Moraes Albertini CM, Filho MM, et al. Glocal clinical registries: Pacemaker registry design and implementation for global and local integration-methodology and case study. PLoS One 2013; 8(7): e71090.

41. Kuo KL, Fuh CS. A rule-based clinical decision model to support interpretation of multiple data in health examinations. J Med Syst 2011; 35(6): 1359-73.

42. Hoss A, Lampe C, Panse R, Ackermann B, Naumann J, Jakel O. First experiences with the implementation of the European standard EN 62304 on medical device software for the quality assurance of a radiotherapy unit. Radiat Oncol 2014; 9: 79.

43. Jeddi FR, Farzandipoor M, Arabfard M, Hosseini AH. Conceptual model of clinical governance information system for statistical indicators by using UML in two sample hospitals. Acta Inform Med 2014; 22(2): 98-102.

44. Lucas J, Bulbul T, Thabet W. An object-oriented model to support healthcare facility information management. Autom Constr 2013; 31: 281-91.

45. Konstantinidis G, Anastassopoulos GC, Karakos AS, Anagnostou E, Danielides V. A user-centered, object-oriented methodology for developing Health Information Systems: A Clinical Information System (CIS) example. J Med Syst 2012; 36(2): 437-50.

46. Kartawiguna D, Georgiana V. Model development of integrated web-based radiology information system with radio diagnostic imaging modality in radiology department. J Theor Appl Inf Technol 2014; 63(2): 350-61.

47. Aruleba KD, Oriogun PK, Seluwa AG. Towards a model for enhancing ICT4 development and information security in healthcare system. Proceedings of the IEEE International Symposium on Technology and Society (ISTAS); 2015 Nov. 11-12; Dublin, Ireland.

48. Arora D, Kumar U. Protecting sensitive warehouse data through UML based modeling. Proceedings of the International Conference on Informatics and Analytics; 2016 Aug. 25-26; Pondicherry, India.

49. Kikuchi Y, Papadokonstantakis S, Banimostafa A, Sugiyama H, Hungerbuhler K, Hirao M. Analysis and modeling of information required for process assessment on environment, health, and safety by IDEF0 and UML. Computer Aided Chemical Engineering 2012; 31: 1392-6.

50. Abomhara M, Lazrag MB. UML/OCL-based modeling of work-based access control policies for collaborative healthcare systems. Proceedings IEEE 18th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom); 2016 Sep. 14-16; Munich, Germany.

51. Guiochet J. Hazard analysis of human□robot interactions with HAZOP□UML. Safety Science 2016; 84: 225-37.

52. Chang PH. Modeling the management of electronic health records in healthcare information systems. Proceedings of the International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery; 2011 Oct. 10-12; Beijing, China.

53. Channin DS, Mongkolwat P, Kleper V, Sepukar K, Rubin DL. The caBIG annotation and image Markup project. J Digit Imaging 2010; 23(2): 217-25.

54. Reynolds M, Vasilakis C, McLeod M, Barber N, Mounsey A, Newton S, et al. Using discrete event simulation to design a more efficient hospital pharmacy for outpatients. Health Care Manag Sci 2011; 14(3): 223-36.

55. Martinez-Garcia A, Garcia-Garcia JA, Escalona MJ, Parra-Calderon CL. Working with the HL7 metamodel in a Model Driven Engineering context. J Biomed Inform 2015; 57: 415-24.

56. Stojadinovic T, Radonjic V, Radenkovic B. E-business in the regulation of medicines in Serbia. Ther Innov Regul Sci 2010; 44(2): 177-87.

57. Abugessaisa I, Gomez-Cabrero D, Snir O, Lindblad S, Klareskog L, Malmstrom V, et al. Implementation of the CDC translational informatics platform--from genetic variants to the national Swedish Rheumatology Quality Register. J Transl Med 2013; 11: 85.

58. Vasilakis C, Lecnzarowicz D, Lee C. Application of unified modelling language (UML) to the modelling of health care systems. Int J Healthc Inf Syst Inform 2010; 3(4): 39-52.

59. Priya SS, Malarchelvi PSK. Test path generation using UML sequence diagram. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering 2013; 3(4).

http://him.mui.ac.ir

www.SID.ir

60. van der Maas AA, ter Hofstede AH, ten Hoopen AJ. Requirements for medical modeling languages. J Am Med Inform Assoc 2001; 8(2): 146-62.
61. Edwards N. Can quality improvement be used to change the wider healthcare system? Qual Saf Health Care 2005; 14(2): 75.
62. Mishra SK, Upadhyay VR. Modeling of online clinical system using object-oriented data through UML. Int J Comput Appl 2014; 97(3): 37-43.
63. Booch G. The unified modeling language user guide. London, UK: Pearson Education; 2005.
64. Wong ST, Hoo KS Jr, Knowlton RC, Laxer KD, Cao X, Hawkins RA, et al. Design and applications of a multimodality image data warehouse framework. J Am Med Inform Assoc 2002; 9(3): 239-54.
65. Gvozdanovic D, Desic S, Huljenic D. UML supported software design. Proceedings of the 2001 International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks. SoftCOM 2001; 2001 Oct. 9-12; Split, Dubrovnik.
66. Burger E. Flexible views for view-based model-driven development. Karlsruhe, Germany: KIT Scientific Publishing; 2014.

Archive of SID

www.mui.ac.ir
www.SID.ir

Health Information Management

Published by ***Vesnu Publications***

Vol 15/ No 4/ October & November 2018

DOI: 10.22122/him.v15i4.3606

Application of Unified Modeling Language in Health Care Systems: A Systematic Review

Farahnaz Sadoughi[1], Khadijeh Moulaei[2]

Review Article

Abstract

Introduction: Health care systems are known as complex systems, which are difficult to analyze and reengineer. Health system engineers often rely on Unified Modeling Language (UML) to model and simulate various parts of these systems. The purpose of the current studywas to identify the most widely used and least-practicable UML diagrams as well as the range of applications of this language in the field of health care for documenting, analyzing, and designing an efficient system.

Methods: The study was a systematize review. All the articles related to UML applications in the field of health care were extracted from March 2010 to July 2017 using valid keywords from the Web of Science, PubMed, ProQuest, and Elsevier Scopus databases. After screening, 48 articles were selected and analyzed via two 12-hours concurrent sessions.

Results: Three diagrams of class, activity, and use case were the most usable UML diagrams, and four diagrams of component, collaboration, object, and profile were the least used diagrams in designing and modeling in various fields of health care, respectively. In addition, in the domain of applications, infrastructure group, disease management, and knowledge discovery had the highest use of UML, respectively.

Conclusion: Considering the fact that UML applications scopes over all aspects of the system in three areas of disease management, knowledge discovery, and health care infrastructure both in software and hardware systems, designing and modeling this application domain with UML will facilitate the reengineering and promotion of organizations, and develop interactive systems to support the linkages between different parts of the health care system and collaboration between project partners.

Keywords: Unified Modeling Language; Health Care; Modeling

Received: 12 May, 2018 Accepted: 08 Sep., 2018 Published: 07 Oct., 2018

Citation: Sadoughi F, Moulaei K. **Application of Unified Modeling Language in Health Care Systems: A Systematic Review.** Health Inf Manage 2018; 15(4): 188-96

Archive of SID

Article resulted from research project No. 95-04-193-30032 funded by Iran University of Medical Sciences.

1- Professor, Health Information Management, Department of Health Information Management, School of Health Management and Information Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- MSc Student, Medical Informatics, Student Research Committee, Department of Health Information Management, School of Health Management and Information Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran (Corresponding Author) Email: moulaei.kh91@gmail.com

www.SID.ir